



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

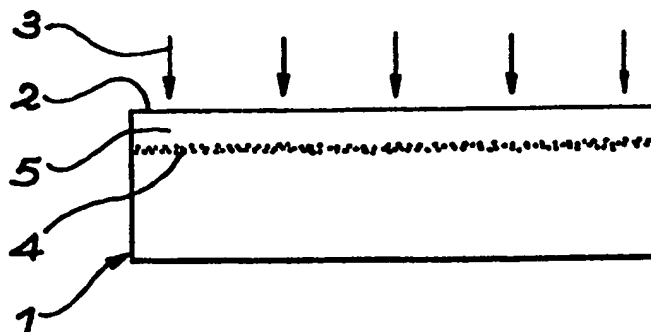
|   |   |  |
|---|---|--|
| (51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> :<br><b>H01L 21/762, B30B 1/00, H01L 21/304</b>   | <b>A2</b>   | (11) Numéro de publication internationale: <b>WO 98/20543</b><br><br>(43) Date de publication internationale: 14 mai 1998 (14.05.98) |
| <p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/01969</p> <p>(22) Date de dépôt international: 4 novembre 1997 (04.11.97)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité:<br/>96/13449 5 novembre 1996 (05.11.96) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMIS-SARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75015 Paris (FR).</p> <p>(72) Inventeurs; et<br/>(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): ASPAR, Bernard [FR/FR]; 110, lotissement Le Hameau des Ayes, F-38140 Rives (FR). BRUEL, Michel [FR/FR]; Presvert No. 9, F-38113 Veurey (FR). BARGE, Thierry [FR/FR]; 38, rue Félix Esclançon, F-38000 Grenoble (FR).</p> <p>(74) Mandataire: BREVATOME; 25, rue de Ponthieu, F-75008 Paris (FR).</p> | <p>(81) Etats désignés: JP, KR, SG, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Publiée<br/><i>Sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport.</i></p> |  |

(54) Title: METHOD FOR MAKING A THIN FILM ON A SUPPORT AND RESULTING STRUCTURE

(54) Titre: PROCEDE DE FABRICATION D'UN FILM MINCE SUR UN SUPPORT ET STRUCTURE AINSI OBTENUE

## (57) Abstract

The invention concerns a method for making a thin film on a support consisting in the following: a step of ionic implantation for delimiting the thin film in a substrate, the purpose of the ionic implantation being to produce a layer of micro-cavities in the substrate; a step of fixing by close contact the substrate on a support element and a step of thermal treatment for bringing the layer of micro-cavities to a temperature suitable for causing a cleavage along this layer. At least one of the elements, substrate or support, is bevelled before the thermal treatment so as to preserve the close contact between the substrate and the support despite the stresses induced in the elements and resulting from the difference in their thermal expansion coefficient.



## (57) Abrégé

L'invention concerne un procédé de fabrication d'un film mince sur un support qui met en oeuvre une étape d'implantation ionique pour délimiter le film mince dans un substrat, l'implantation ionique ayant pour objet de créer une couche de microcavités dans le substrat, une étape de fixation par contact intime du substrat sur un élément support et une étape de traitement thermique destinée à porter la couche de microcavités à une température suffisante pour provoquer un clivage le long de cette couche. Au moins l'un des éléments, substrat ou support, est aminci avant l'étape de traitement thermique de façon à préserver le contact intime entre substrat et support malgré les contraintes induites dans les éléments et résultant de la différence de leur coefficient de dilatation thermique.

### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

|    |                           |    |   |    |  |    |                       |
|----|---------------------------|----|---|----|--|----|-----------------------|
| AL | Albanie                   | ES | Espagne                                       | LS | Lesotho                                  | SI | Slovénie              |
| AM | Arménie                   | FI | Finlande                                      | LT | Lituanie                                 | SK | Slovaquie             |
| AT | Autriche                  | FR | France  | LU | Luxembourg                               | SN | Sénégal               |
| AU | Australie                 | GA | Gabon   | LV | Lettonie                                 | SZ | Swaziland             |
| AZ | Azerbaïdjan               | GB | Royaume-Uni                                   | MC | Monaco                                   | TD | Tchad                 |
| BA | Bosnie-Herzégovine        | GE | Géorgie                                       | MD | République de Moldova                    | TG | Togo                  |
| BB | Barbade                   | GH | Ghana   | MG | Madagascar                               | TJ | Tadjikistan           |
| BE | Belgique                  | GN | Guinée  | MK | Ex-République yougoslave<br>de Macédoine | TM | Turkménistan          |
| BF | Burkina Faso              | GR | Grèce   | ML | Mali                                     | TR | Turquie               |
| BG | Bulgarie                  | HU | Hongrie                                       | MN | Mongolie                                 | TT | Trinité-et-Tobago     |
| BJ | Bénin                     | IE | Irlande                                       | MR | Mauritanie                               | UA | Ukraine               |
| BR | Brésil                    | IL | Israël  | MW | Malawi                                   | UG | Ouganda               |
| BY | Bélarus                   | IS | Islande                                       | MX | Mexique                                  | US | Etats-Unis d'Amérique |
| CA | Canada                    | IT | Italie  | NE | Niger                                    | UZ | Ouzbékistan           |
| CF | République centrafricaine | JP | Japon   | NL | Pays-Bas                                 | VN | Viet Nam              |
| CG | Congo                     | KE | Kenya   | NO | Norvège                                  | YU | Yougoslavie           |
| CH | Suisse                    | KG | Kirghizistan                                  | NZ | Nouvelle-Zélande                         | ZW | Zimbabwe              |
| CI | Côte d'Ivoire             | KP | République populaire<br>démocratique de Corée | PL | Pologne                                  |    |                       |
| CM | Cameroun                  | KR | République de Corée                           | PT | Portugal                                 |    |                       |
| CN | Chine                     | KZ | Kazakhstan                                    | RO | Roumanie                                 |    |                       |
| CU | Cuba                      | LC | Sainte-Lucie                                  | RU | Fédération de Russie                     |    |                       |
| CZ | République tchèque        | LI | Liechtenstein                                 | SD | Soudan                                   |    |                       |
| DE | Allemagne                 |    |   |    |  |    |                       |

**PROCEDE DE FABRICATION D'UN FILM MINCE  
SUR UN SUPPORT ET STRUCTURE AINSI OBTENUE**

5

**Domaine technique**

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un film mince de matériau solide sur un support, en particulier lorsque ce matériau solide et ce support présentent des comportements thermiques différents. Le film mince peut être en matériau semiconducteur ou non. L'invention concerne également la structure obtenue par ce procédé de fabrication.

15

**Etat de la technique antérieure**

On connaît de nombreux procédés de réalisation de films minces de matériau solide. Ces procédés dépendent de la nature du matériau et de l'épaisseur du film désiré. On peut ainsi déposer des films minces d'un matériau solide sur la surface d'une pièce par projection, pulvérisation, électrodéposition, etc. On peut aussi obtenir un film mince en amincissant une plaquette du matériau désiré par abrasion mécanochimique ou chimique, le film mince obtenu étant ensuite collé ou fixé sur une pièce servant de support.

Généralement, la fixation d'un film mince sur la surface d'une pièce est destinée à modifier superficiellement les propriétés de la pièce.

Dans le domaine des semiconducteurs, on est aussi quelquefois amené à réaliser des films minces de semiconducteurs, par exemple pour fabriquer des substrats dits "Silicium Sur Isolant". Différentes méthodes de réalisation de films minces semiconducteurs

ont été développées. L'une des méthodes les plus récentes est basée sur le fait que l'implantation d'ions d'un gaz rare ou d'hydrogène dans un matériau semiconducteur induit la formation de zones fragilisées à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des ions. Le document FR-A-2 681 472 divulgue un procédé qui utilise cette propriété pour obtenir un film mince de matériau semiconducteur. Ce procédé consiste à soumettre une plaquette du matériau semiconducteur désiré et comportant une face plane aux étapes suivantes :

- une première étape d'implantation par bombardement de la face plane de la plaquette au moyen d'ions créant, dans le volume de la plaquette et à une profondeur voisine de la profondeur de pénétration des ions, une couche de "microbulles gazeuses" séparant la plaquette en une région inférieure constituant la masse du substrat et une région supérieure constituant le film mince, les ions étant choisis parmi les ions de gaz rares ou de gaz hydrogène ;

- une deuxième étape de mise en contact intime de la face plane de la plaquette avec un support (ou raidisseur) constitué au moins d'une couche de matériau rigide. Ce contact intime pouvant être réalisé par exemple à l'aide d'une substance adhésive, par l'effet d'une préparation préalable des surfaces et d'un traitement thermique ou/et électrostatique pour favoriser les liaisons interatomiques entre le support et la plaquette ;

- une troisième étape de traitement thermique de l'ensemble plaquette et support à une température supérieure à la température durant laquelle l'implantation a été effectuée et suffisante pour créer une séparation entre le film mince et la masse du

substrat. Cette température est d'environ 400°C pour du silicium.

Dans ce document, on propose l'explication suivante aux différents phénomènes constatés par l'expérience. Tout d'abord, la première étape d'implantation ionique est menée en présentant à un faisceau d'ions une face plane d'une plaquette de matériau semiconducteur, le plan de cette face plane étant soit sensiblement parallèle à un plan cristallographique principal dans le cas où le matériau semiconducteur est parfaitement monocristallin, soit faiblement incliné par rapport à un plan cristallographique principal de mêmes indices pour tous les grains dans le cas où le matériau est polycristallin. On crée ainsi dans le volume de la plaquette, à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des ions, une couche de "microbulles gazeuses" délimitant, dans le volume de la plaquette deux régions séparées par cette couche : une région destinée à constituer le film mince et une région formant le reste du substrat. Par l'expression "microbulle gazeuse" on entend toute cavité ou microcavité générée par l'implantation d'ions de gaz hydrogène ou de gaz rares dans le matériau. Les cavités peuvent se présenter sous forme très aplatie, c'est-à-dire de faible hauteur, par exemple de l'ordre de quelques distances inter-atomiques, aussi bien que sous forme sensiblement hémisphérique ou sous tout autre forme différente des deux formes précédentes. Ces cavités peuvent ou non contenir une phase gazeuse. Au cours de la troisième étape, le traitement thermique est réalisé à une température suffisante pour créer, par effet de réarrangement cristallin dans le matériau semiconducteur tel que par exemple par effet de

croissance des microcavités et/ou par effet de pression des microbulles, la séparation entre les deux régions.

En fait, il semble que ce procédé peut s'appliquer à tous les types de matériaux solides, cristallins ou non. Il est possible d'appliquer ce  
5 procédé à des matériaux diélectriques, conducteurs, semi-isolants, ainsi qu'à des matériaux semiconducteurs amorphes. En outre, ce procédé ne modifie pas fondamentalement les propriétés du matériau auquel il  
10 s'applique.

L'implantation d'ions de gaz hydrogène ou de gaz rares peut donc aussi provoquer la formation de microcavités dans des matériaux solides autres qu'un matériau semiconducteur cristallin, et un traitement  
15 thermique subséquent peut provoquer un clivage dans la masse du matériau si l'étape d'implantation a été menée de façon à obtenir une couche de microcavités.

En outre, l'étape de traitement thermique qui permet le clivage est définie préférentiellement par  
20 rapport à un budget thermique qui dépend du budget thermique de l'étape d'implantation ionique et de la dose et de l'énergie des ions implantés et éventuellement d'autres budgets thermiques induits par d'autres étapes. Ainsi, dans certains cas on peut avoir  
25 un recuit à une température inférieure à celle de l'implantation.

Cependant, l'application de ce procédé peut présenter certains problèmes lorsque le substrat dans lequel on a délimité un film mince et le raidisseur ont  
30 des coefficients de dilatation thermique différents ou du moins trop différents. En effet, dans ce cas, il existe, au cours de l'étape de traitement thermique, une compétition entre les forces d'adhérence maintenant le substrat implanté et le raidisseur en contact  
35 intime, les forces dues aux différences de coefficients

de dilatation thermique (qui ont tendance à séparer le substrat du raidisseur) et les forces qui conduisent à la fracture au niveau des microcavités induites par l'implantation d'ions.

5           A priori, il n'est pas évident de prévoir le mécanisme qui prédomine au cours de l'étape de traitement thermique. Cependant, les inventeurs de la présente invention ont mis en évidence le fait qu'il peut se produire une séparation au niveau de  
10 l'interface de mise en contact du substrat et du raidisseur au cours de ce traitement thermique et non au niveau de la zone de microcavités lorsque les matériaux constituant le substrat et le raidisseur ont des coefficients de dilatation thermique différents.

15           Pour la mise en oeuvre du procédé de réalisation d'un film mince selon le document FR-A-2 681 472, on peut poser comme définition que deux matériaux ont des coefficients de dilatation thermique différents dans une gamme de température donnée,  
20 lorsque la mise en contact intime de ces deux matériaux, formant des éléments d'épaisseurs considérées comme voisines ne supportent pas un traitement thermique dans la gamme de température donnée. Ce phénomène se traduit alors par la séparation  
25 des deux éléments.

### **Exposé de l'invention**

          Pour remédier à cet inconvénient, on propose  
30 selon la présente invention d'appliquer l'étape de traitement thermique à l'ensemble constitué par le raidisseur et le substrat implanté mis en contact intime lorsqu'au moins l'un de ces éléments a été mis sous forme d'une couche mince. Dans ce cas, la couche  
35 mince est suffisamment élastique pour subir la

déformation induite par l'autre matériau sans que les deux matériaux ne se séparent.

On propose donc de jouer sur l'épaisseur de l'un des éléments de l'ensemble pour que cet élément, rendu suffisamment mince, puisse suivre les déformations imposées par l'autre élément pendant l'étape de traitement thermique. Un clivage dans le plan des microcavités pourra donc se produire sans problème pour fournir le film mince désiré.

L'invention a donc pour objet un procédé de fabrication d'un film mince en un premier matériau sur un support en un deuxième matériau, comprenant :

- une étape d'implantation ionique au cours de laquelle une face d'un substrat dudit premier matériau est bombardée par des ions afin de créer, dans le volume du substrat et à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des ions, une couche de microcavités séparant le substrat en deux régions, la région située entre ladite face bombardée du substrat et la couche de microcavités constituant le film mince,

- une étape de fixation par mise en contact intime de ladite face bombardée du substrat avec une face correspondante du support,

- une étape finale de traitement thermique destinée à porter la couche de microcavités à une température suffisante pour provoquer une séparation entre les deux régions du substrat,

le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'amincissement d'au moins l'un desdits éléments, substrat ou support, l'épaisseur de l'élément aminci étant telle que l'ensemble constitué par les éléments fixés entre eux par ladite mise en contact intime peut subir l'étape de traitement thermique provoquant ladite séparation tout en préservant ledit



contact intime malgré les contraintes induites dans lesdits éléments et résultant de la différence de leur coefficient de dilatation thermique.

L'étape d'amincissement, lorsqu'elle concerne  
5 le substrat, peut intervenir avant l'étape d'implantation ionique, ou après l'étape d'implantation ionique et avant l'étape de fixation au support, ou encore après l'étape de fixation au support et avant l'étape finale de traitement thermique.

10 L'invention a aussi pour objet un procédé de fabrication d'un film mince en un premier matériau sur un support en un deuxième matériau comprenant les étapes suivantes :

- une étape de fixation d'un substrat dudit  
15 premier matériau, présentant deux faces principales parallèles, sur un premier élément support par mise en contact intime de l'une des faces principales du substrat avec une face correspondante du premier élément support,

20 - une étape d'amincissement dudit substrat à partir de son autre face principale, l'épaisseur du substrat aminci étant telle qu'il peut subir l'étape de traitement thermique postérieure tout en préservant tout contact intime désiré avec d'autres éléments  
25 malgré des contraintes induites résultant de différences de coefficients de dilatation thermique entre le substrat et ces autres éléments,

- une étape d'implantation ionique au cours de laquelle la face principale libre du substrat aminci  
30 est bombardée par des ions afin de créer, dans le volume du substrat aminci et à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des ions, une couche de microcavités séparant le substrat en deux régions, la région située entre ladite face bombardée

du substrat aminci et la couche de microcavités constituant le film mince,

- une étape de fixation du substrat aminci sur un deuxième élément support par mise en contact intime  
5 de la face bombardée avec une face correspondante du deuxième élément support,

- une étape finale de traitement thermique destinée à porter la couche de microcavités à une température suffisante pour provoquer un clivage le  
10 long de la couche de microcavités.

Avantageusement, les ions utilisés lors de l'étape d'implantation sont choisis parmi les ions de gaz rares et de gaz hydrogène.

L'amincissement peut être effectué par une  
15 technique de rodage mécanique, de polissage mécano-chimique ou par attaque chimique, ou par une combinaison de ces techniques.

Dans une étape de fixation, la mise en contact intime peut être obtenue par des forces  
20 électrostatiques ou encore par l'utilisation d'une colle ou encore par une technique de collage par adhésion moléculaire renforcé par recuit à une température inférieure à la température minimale qui permet de provoquer une séparation entre les deux  
25 régions du substrat. Ce recuit renforçant l'adhésion moléculaire peut être effectué en plusieurs phases alternant avec des phases d'amincissement.

Par le terme de substrat, on entend aussi bien une structure monolithique qu'une structure  
30 multicouche.

L'invention a encore pour objet une structure composée d'un support en un deuxième matériau supportant un film mince en un premier matériau, caractérisée en ce qu'elle est obtenue par le procédé  
35 défini ci-dessus.

L'invention s'applique particulièrement au cas où le premier matériau, constituant le film mince, est en silicium et où le deuxième matériau, constituant le support, est en silice.

5

#### **Brève description des dessins**

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 illustre l'étape d'implantation ionique du procédé selon l'invention,
- 15       - la figure 2 illustre l'étape de mise en contact intime du procédé selon l'invention,
- la figure 3 illustre l'étape d'amincissement du procédé selon l'invention,
- la figure 4 illustre l'étape finale de
- 20       traitement thermique selon l'invention.

#### **Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention**

25       Dans la suite de la description, et à titre d'exemple, l'étape d'amincissement concernera le substrat dans lequel est élaboré, par implantation ionique, le film mince. Cet amincissement doit correspondre à un compromis entre un amincissement minimum du substrat, qui est nécessaire pour éviter que

30       le film mince ne se sépare du support lors de l'étape de traitement thermique, et un amincissement maximum au delà duquel il y a risque, au cours du traitement thermique, de migration des microbulles (microcavités)

vers la surface du substrat aminci avec pour conséquence la formation de cloques.

Le substrat n'est pas obligatoirement un substrat semiconducteur. Lorsque le substrat est  
5 semiconducteur, il peut comporter des éléments de circuits intégrés.

L'application du procédé divulgué par le document FR-A-2 681 472 au report de silicium par exemple monocristallin sur un support (ou raidisseur)  
10 peut s'effectuer de manière tout à fait différente selon la nature du matériau constituant le support. Si le support doit être en verre, on peut trouver des compositions de verre telles que les coefficients de dilatation thermique sont suffisamment proches de ceux  
15 du silicium. Par exemple, du verre utilisé pour la réalisation d'écrans à cristaux liquides présente un coefficient linéaire de dilatation thermique de  $4,3 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  alors que le même coefficient est de  $2,6 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  pour le silicium. Ces coefficients sont  
20 suffisamment proches pour que le procédé décrit dans le document FR-A-2 681 472 puisse être appliqué sans problème, l'étape de traitement thermique pouvant être menée entre 300 et 600°C.

Si le support est en silice pure, des problèmes  
25 peuvent survenir. En effet, la silice pure a un coefficient linéaire de dilatation thermique trop différent de celui du silicium ( $5 \cdot 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ) pour qu'une plaquette de silicium de 525  $\mu\text{m}$  d'épaisseur par exemple mise en contact intime avec une plaquette de silice  
30 pure de 500  $\mu\text{m}$  d'épaisseur puisse subir un traitement thermique à une température supérieure à 200°C. Lors d'un traitement thermique, la plaquette de silice pure ne se dilate pratiquement pas par rapport à la plaquette en silicium. Il en résulte l'apparition, lors

du traitement thermique, de contraintes mécaniques élevées qui provoquent le décollement des plaquettes.

Par contre, le procédé selon la présente invention permet d'obtenir un film mince de silicium sur un support en silice. Ce procédé va être décrit plus en détail ci-dessous dans l'une de ses variantes d'application.

En se reportant à la figure 1, un substrat de silicium 1 est soumis, au travers de l'une de ses faces principales référencée 2, à un bombardement d'ions portant la référence générale 3. Les ions peuvent être des ions hydrogène implantés selon une dose de  $5.10^{16}/\text{cm}^2$  et une énergie de 150 keV. On crée ainsi une couche 4 dite de microbulles gazeuses à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des ions. La région 5 située entre la face 2 et la couche 4 constituera le film mince.

Le substrat de silicium 1 est ensuite mis en contact intime avec un support 6, la face 2 du substrat 1 étant adjacente à la face 7 du support 6. Cette mise en contact intime peut être réalisée par tout moyen connu, les surfaces des faces 2 et 7 ayant été préparées en conséquence. A titre d'exemple, la mise en contact intime peut être obtenue par adhésion moléculaire après nettoyage des surfaces de façon appropriée ou par utilisation d'un film de colle époxy, ou encore par pression de type électrostatique.

Il peut être utile à ce stade de soumettre l'ensemble substrat-support à un recuit qui a pour objet de renforcer les forces de liaison entre le substrat 1 et le support 6. La température de ce recuit doit être suffisante pour augmenter les forces d'adhésion entre les deux éléments mais inférieure à la température qui conduit à la séparation du film mince 5 du reste du substrat.

L'étape suivante consiste en l'amincissement du substrat de silicium 1. Cet amincissement peut se faire par polissage, par rodage mécanique ou mécano-chimique. Ces techniques d'amincissement peuvent être combinées.

5 Par exemple, on peut employer le rodage pour amincir la plaque de quelques centaines de  $\mu\text{m}$ . Le rodage créant des défauts d'écrouissage sur quelques  $\mu\text{m}$ , ceux-ci peuvent être enlevés par attaque chimique. Dans le cas du silicium, on peut utiliser comme solution d'attaque

10 l'hydroxyde de tétraméthylammonium qui, à  $80^\circ\text{C}$ , possède une vitesse d'attaque de l'ordre de  $20 \mu\text{m/h}$ . L'amincissement final obtenu doit être tel que l'épaisseur de silicium restant soit suffisamment élastique pour supporter les contraintes induites par

15 la température imposée lors de l'étape finale du procédé.

Cette étape d'amincissement peut être effectuée, comme il a été dit plus haut, avant la mise en contact du substrat 1 et du support 6, et même avant

20 l'étape d'implantation du substrat 1.

La figure 3 montre l'ensemble substrat-support après amincissement du substrat 1, la masse enlevée du substrat étant représentée en trait interrompu et la partie amincie portant la référence 10.

25 Afin de renforcer les forces de liaison entre le substrat 1 et le support 6, il peut être avantageux d'effectuer une opération de recuit en plusieurs phases alternant avec des phases d'amincissement avec élévation progressive de la température de recuit. Dans

30 le cas d'un substrat en silicium et d'un support en silice pure, on peut avoir les recuits suivants après mise en contact de ces deux éléments et dans le cas d'un collage par adhésion moléculaire d'un support et d'un substrat ayant chacun  $500 \mu\text{m}$  d'épaisseur environ :

- premier recuit à 100°C pendant plusieurs heures,

- amincissement du substrat implanté de façon à obtenir une épaisseur inférieure à 100 µm,

5       - deuxième recuit à 200°C pendant plusieurs heures,

- amincissement du substrat implanté de façon à obtenir une épaisseur inférieure à 40 µm.

Lors de la dernière étape, on procède à un  
10 traitement thermique isotherme qui chauffe de façon homogène l'ensemble constitué par le support 6 et la partie amincie 10 du substrat semiconducteur 1 à une température suffisante pour créer par effet de réarrangement cristallin et de pression dans les  
15 microbulles une séparation entre le film mince 5 et le reste 11 de la partie amincie 10. C'est ce que montre la figure 4.

En mettant en oeuvre le procédé selon la présente invention, la partie amincie 10 a pu subir les  
20 contraintes de dilatation thermique imposées par le support 6 lors de l'étape finale sans se décoller du support. La séparation de la masse de silicium en deux parties dans le plan des microbulles gazeuses s'est effectuée correctement pour fournir un film mince de  
25 silicium 5 adhérent à un support en silice 6.

Dans le cas où l'on choisit d'amincir le support en parallèle ou à la place du substrat, on opère de la même façon que précédemment décrit pour le substrat

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de fabrication d'un film mince en un premier matériau sur un support en un deuxième  
5 matériau, comprenant :

- une étape d'implantation ionique au cours de laquelle une face (2) d'un substrat (1) dudit premier matériau est bombardée par des ions (3) afin de créer, dans le volume du substrat et à une profondeur voisine  
10 de la profondeur moyenne de pénétration des ions, une couche de microcavités (4) séparant le substrat (1) en deux régions, la région située entre ladite face bombardée (2) du substrat (1) et la couche de microcavités (4) constituant le film mince (5),

15 - une étape de fixation par mise en contact intime de ladite face bombardée (2) du substrat (1) avec une face correspondante du support (6),

- une étape finale de traitement thermique destinée à porter la couche de microcavités (4) à une  
20 température suffisante pour provoquer une séparation entre les deux régions du substrat (1),

le procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape d'amincissement d'au moins l'un desdits éléments, substrat (1) ou support (6), l'épaisseur de  
25 l'élément aminci étant telle que l'ensemble constitué par les éléments fixés entre eux par ladite mise en contact intime peut subir l'étape de traitement thermique provoquant ladite séparation tout en préservant ledit contact intime malgré les contraintes  
30 induites dans lesdits éléments et résultant de la différence de leur coefficient de dilatation thermique.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'amincissement concerne le substrat (1), ce substrat étant aminci avant l'étape  
35 d'implantation ionique.



3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'amincissement concerne le substrat (1), ce substrat étant aminci après l'étape d'implantation ionique et avant l'étape de fixation au support.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'amincissement concerne le substrat (1), ce substrat étant aminci après l'étape de fixation au support et avant l'étape finale de traitement thermique.

5. Procédé de fabrication d'un film mince en un premier matériau sur un support en un deuxième matériau comprenant les étapes suivantes :

- une étape de fixation d'un substrat dudit premier matériau, présentant deux faces principales parallèles, sur un premier élément support par mise en contact intime de l'une des faces principales du substrat avec une face correspondante du premier élément support,

- une étape d'amincissement dudit substrat à partir de son autre face principale, l'épaisseur du substrat aminci étant telle qu'il peut subir l'étape de traitement thermique postérieure tout en préservant tout contact intime désiré avec d'autres éléments malgré des contraintes induites résultant de différences de coefficients de dilatation thermique entre le substrat et ces autres éléments,

- une étape d'implantation ionique au cours de laquelle la face principale libre du substrat aminci est bombardée par des ions afin de créer, dans le volume du substrat aminci et à une profondeur voisine de la profondeur moyenne de pénétration des ions, une couche de microcavités séparant le substrat en deux régions, la région située entre ladite face bombardée

du substrat aminci et la couche de microcavités constituant le film mince,

- une étape de fixation du substrat aminci sur un deuxième élément support par mise en contact intime  
5 de la face bombardée avec une face correspondante du deuxième élément support,

- une étape finale de traitement thermique destinée à porter la couche de microcavités à une température suffisante pour provoquer un clivage le  
10 long de la couche de microcavités.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les ions  
(3) utilisés lors de l'étape d'implantation sont choisis parmi les ions de gaz rares et de gaz  
15 hydrogène.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit amincissement est effectué par une technique de rodage mécanique, de polissage mécano-chimique ou par attaque  
20 chimique, ou par une combinaison de ces techniques.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la mise en contact intime est obtenue par une technique de collage par adhésion moléculaire renforcé par recuit à une  
25 température inférieure à la température minimale qui permet de provoquer une séparation entre les deux régions du substrat.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'un recuit renforçant l'adhésion moléculaire est effectué en plusieurs phases alternant  
30 avec des phases d'amincissement.

10. Structure composée d'un support (6) en un deuxième matériau supportant un film mince (5) en un premier matériau, caractérisée en ce qu'elle est

obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

11. Structure selon la revendication 10, caractérisée en ce que le premier matériau est en  
5 silicium et le deuxième matériau en silice.

1/1

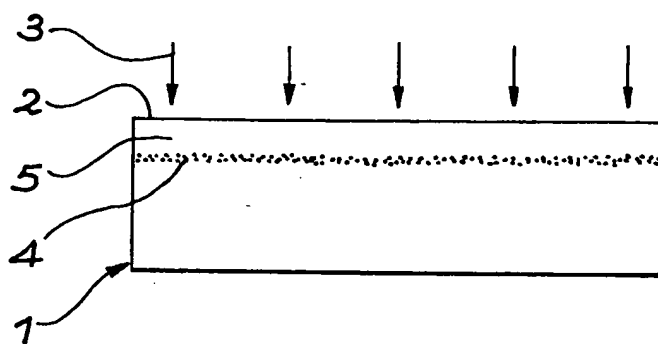


FIG. 1

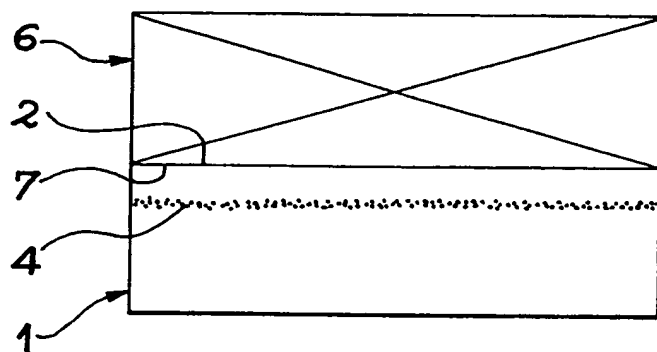


FIG. 2

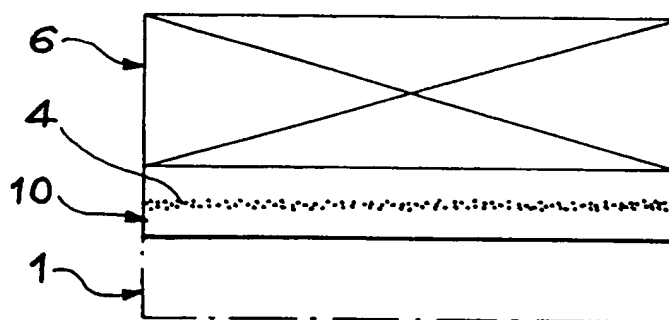


FIG. 3

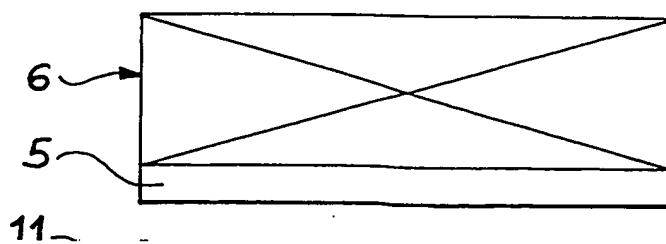


FIG. 4